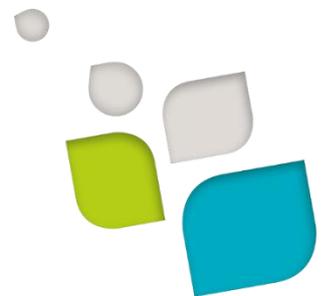


ÉTUDE DE L'HYDROLOGIE DU FLEUVE RHONE SOUS CHANGEMENT CLIMATIQUE

**Mission 3 : Évaluation des prélèvements supplémentaires
soutenables durablement**

Synthèse



Version 2 – Février 2023

	<p>BRL ingénierie</p> <p>1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5</p>

Date du document	10/10/2022
Contact	Sébastien Chazot

Titre du document	Etude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique - Rapport de mission 3
Référence du document :	A00820
Indice :	V1

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
Janvier 2023	V1		Marion Mahé	Sébastien Chazot
Février 2023	V2	Prise en compte des remarques de l'Agence de l'eau		

POUR CITER CE DOCUMENT :

BRLi, 2023, *Etude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique – Mission 3 : Evaluation des prélèvements supplémentaires soutenablement durablement* – Synthèse de mission 3

ÉTUDE DE L'HYDROLOGIE DU RHONE SOUS CHANGEMENT CLIMATIQUE

Mission 3 : Évaluation des prélèvements supplémentaires soutenables durablement

PRÉAMBULE	1
1 DÉFINITION D'HYPOTHÈSES DE PRÉLÈVEMENTS SUPPLÉMENTAIRES.....	2
1.1 RAPPEL DU CADRE DU PROJET	2
1.2 PRELEVEMENTS ASSOCIES A CHAQUE SCENARIO ET COMPARAISON A LA SITUATION DE REFERENCE	3
2 SENSIBILITÉ DES ENJEUX AUX DIFFÉRENTES HYPOTHÈSES DE PRÉLÈVEMENTS	9
2.1 APPROCHE ET METHODOLOGIE	9
2.2 RESULTATS OBTENUS	10
2.3 PRECISIONS SUR LES POIDS RELATIFS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DES PRELEVEMENTS SUPPLEMENTAIRES SUR L'EVOLUTION DES DIFFERENTES METRIQUES	15

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Prélèvements supplémentaires pour chacun des scénarios proposés.....	4
Figure 2 : Prélèvements nets totaux pour la situation de référence et les trois scénarios retenus	4
Figure 3 : Prélèvements nets totaux pour la situation de référence et les trois scénarios retenus (hors influences des ouvrages de stockage et des transferts)	5
Figure 4 : Prélèvements supplémentaires sur chaque tronçon, hypothèse « projets identifiés ».....	6
Figure 5 : Prélèvements supplémentaires sur chaque tronçon, hypothèse « projets et tendances »	7
Figure 6 : Prélèvements supplémentaires sur chaque tronçon, hypothèse exploratoire.....	8
Figure 7 : Effets relatifs du climat et des hypothèses de prélèvements sur les différentes métriques étudiées	16
Figure 8 : Effets normalisés du climat et des hypothèses de prélèvements sur les différentes métriques étudiées	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des variables considérées pour formuler les 3 hypothèses de prélèvements supplémentaires.....	3
Tableau 2 : Combinaisons (prélèvements ; hydrologie) testées	9
Tableau 3 : Synthèse des évolutions des métriques associées aux différents enjeux sous l'effet des différentes combinaisons {hydrologie ; prélèvements}.....	11

PREAMBULE

L'étude de l'hydrologie du Rhône sous changement climatique fait suite à « l'étude de gestion quantitative et des débits d'étiages du Rhône en période de basses eaux » (BRLi, 2014) (également dites « étude des étiages du Rhône »), pilotée par l'Agence de l'eau RMC et la DREAL de bassin entre 2012 et 2014.

Depuis cette période, de **nombreux projets de prélèvement impactant le débit du Rhône ont émergé**, pour réduire la pression sur des affluents ou nappes en déséquilibre quantitatif mais également pour développer de nouveaux usages.

Par ailleurs, au cours des dernières années, **le niveau de connaissance et la façon dont sont appréhendés les impacts du changement climatique ont largement évolué**. Plusieurs projets ont étudié dans le détail l'impact possible du changement climatique sur l'hydrologie et les ressources en eau. Les données disponibles sur les modifications climatiques possiblement attendues sur le territoire français sont également accessibles suite à de nouveaux travaux de modélisation et la mise en place du portail dédié à la mise à disposition de leurs résultats (portail DRIAS-Climat). Si les niveaux d'incertitudes restent élevés, le bilan des connaissances réalisé par l'Agence de l'eau en 2016 révèle que des tendances lourdes se dessinent sur le bassin versant du Rhône, particulièrement à l'étiage. **L'impact du changement climatique avait été identifié dans l'étude de 2014 comme un facteur sensible**, qu'il est désormais nécessaire de prendre en compte plus précisément au vu de l'avancée des connaissances et des tendances des années récentes.

Enfin, un nouvel outil de modélisation hydrologique (J2000-Rhône) a été mis au point par INRAE ces dernières années. Spécialement développé pour le contexte rhodanien, cet outil offre la possibilité de réaliser des projections d'évolution des débits à différents horizons et selon différents scénarios d'évolution du climat.

Avec l'étude de l'hydrologie du Rhône sous changement climatique l'Agence de l'eau et la DREAL de bassin ont souhaité intégrer ces nouvelles connaissances et approfondir les réflexions menées en 2014 en intégrant davantage les problématiques liées au changement climatique et à ses impacts sur les ressources.

L'étude vise ainsi à actualiser le diagnostic réalisé en 2014 sur les besoins (actuels et projetés), la ressource en eau et son évolution possible sous l'effet du changement climatique (mission 1). Elle doit permettre d'évaluer la vulnérabilité au changement climatique des différents tronçons définis sur le Rhône vis-à-vis de plusieurs enjeux clés et d'évaluer les risques pour ces enjeux au regard de l'évolution de l'hydrologie du Rhône (mission 2). Ces éléments doivent nourrir la mission 3. **Cette mission vise à « tester et évaluer une capacité de prélèvements supplémentaires par tronçon, de façon durable ». Il s'agit de tester la sensibilité des débits et des enjeux liés au fleuve à différents niveaux de prélèvements supplémentaires, en calculant l'empreinte de ces prélèvements et en testant leur influence sur les métriques associées aux enjeux définis en mission 2.**

Le présent document est une synthèse des résultats obtenus dans le cadre de la mission 3.



1 DEFINITION D'HYPOTHESES DE PRELEVEMENTS SUPPLEMENTAIRES

1.1 RAPPEL DU CADRE DU PROJET

L'approche menée en mission 3 vise à **tester la sensibilité des débits du fleuve et des enjeux qui en dépendent à une hausse des prélèvements, et la façon dont les effets de ces prélèvements supplémentaires se combinent avec ceux des changements climatiques.**

Bien que s'appuyant sur la réalité du contexte actuel et des évolutions récentes des différents usages, les hypothèses de prélèvements supplémentaires testées ne s'appuient pas sur une véritable réflexion prospective. Les réflexions menées ne visent pas explorer les évolutions probables ou possibles de chaque type de prélèvements. Ces réflexions sont laissées aux représentants de chaque secteur (agriculture, énergie, alimentation en eau potable).

Par ailleurs, seuls les impacts d'une augmentation de prélèvements ont été testés. Le potentiel d'économie d'eau n'a pas été pris en compte. De façon plus générale, la « recherche de solutions » (économies d'eau mais aussi évolution de la gestion des volumes stockés dans des ouvrages de régulation, adaptation des équipements etc.) ne fait pas partie de cette étude.

Enfin, comme indiqué en mission 2, les métriques utilisées ne sont pas nécessairement associées à une notion de « gravité » des phénomènes. Les analyses réalisées permettent donc de comparer des situations entre elles et d'évaluer l'influence des différents paramètres (changement climatiques, prélèvements supplémentaires) mais pas de déterminer si une situation donnée est « acceptable ».

Trois hypothèses de prélèvements supplémentaires ont été formulées :

- **Une hypothèse « projets identifiés »**

Cette hypothèse se base sur un recensement des projets envisagés sur le bassin versant à court ou moyen terme (voir mission 1). Seuls les projets d'extension ou de création de réseaux sont considérés, à l'exclusion des projets de substitution (qui sont sans effet sur les débits du fleuve (par exemple si l'on substitue un prélèvement dans l'Isère à un prélèvement dans le fleuve Rhône) tant qu'il s'agit d'une « substitution stricte » c'est-à-dire qui n'est pas associée à un projet d'extension) et des projets d'économies d'eau.

- **Une hypothèse « projets et tendances »**

En plus des projets identifiés, cette hypothèse prend en compte les « tendances lourdes » qui devraient quoi qu'il arrive toucher le territoire : évolutions démographiques, hausse de la demande en eau pour l'irrigation en lien avec la hausse de l'évapotranspiration (à superficies irriguées et cultures constantes), mise en œuvre de projets pressentis sur les systèmes de production d'énergie nucléaire.

- **Une hypothèse « exploratoire »**

L'idée de cette hypothèse est de tester la sensibilité du système pour une version maximisante de hausse des prélèvements. On considère ainsi des hypothèses plus hautes d'évolutions démographiques ou d'impact du changement climatique, en comparaison de l'hypothèse « projet et tendances ». Des prélèvements à destination de nouvelles surfaces irriguées sont également intégrés. Pour que cette hypothèse reste malgré tout réaliste, une analyse sommaire des surfaces irriguées et cultivées sur les différents tronçons du fleuve a été réalisée afin d'étayer les volumes de prélèvements supplémentaires proposés et leur répartition dans l'espace.



1.2 PRELEVEMENTS ASSOCIES A CHAQUE SCENARIO ET COMPARAISON A LA SITUATION DE REFERENCE

VUE D'ENSEMBLE A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT DU FLEUVE

Le tableau ci-dessous synthétise les variables utilisées pour formuler chacune des trois hypothèses de prélèvements supplémentaires retenues.

Tableau 1 : Synthèse des variables considérées pour formuler les 3 hypothèses de prélèvements supplémentaires

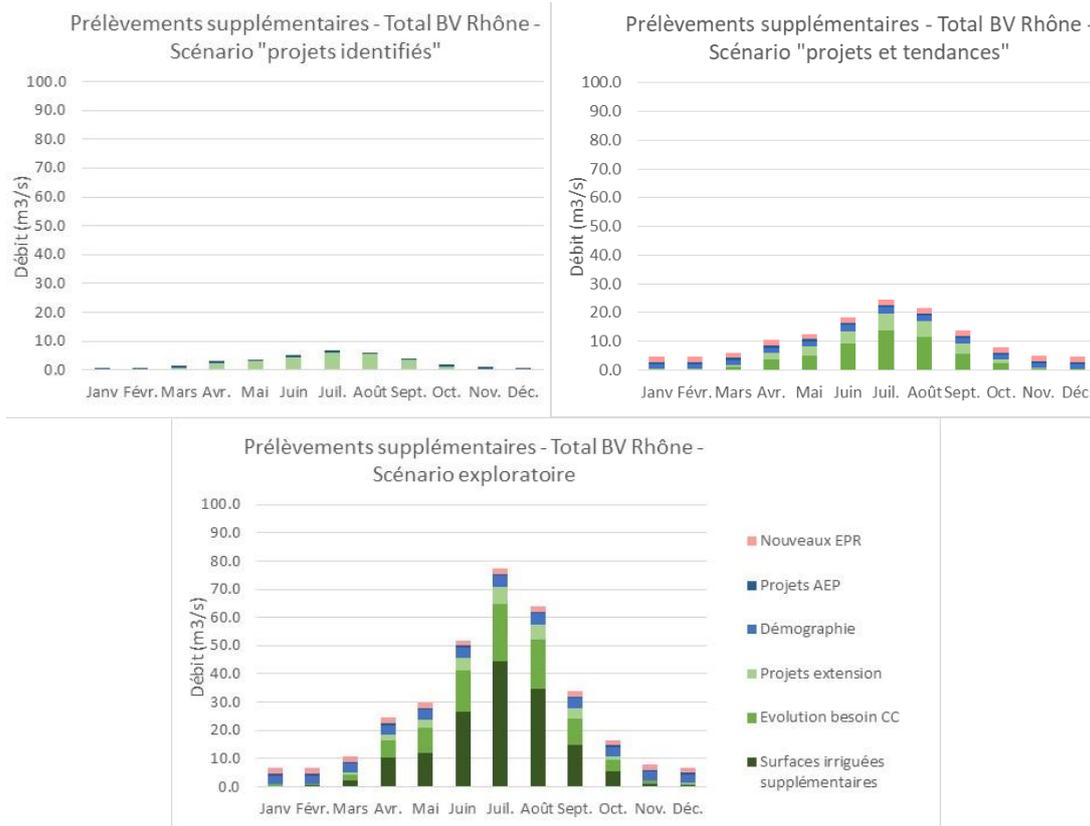
FACTEURS D'EVOLUTION		« PROJETS IDENTIFIES »	« PROJETS ET TENDANCES »	« EXPLORATOIRE »
Irrigation	Projets d'extension / nouveaux réseaux	Oui	Oui	Oui
	Impact du changement climatique sur le besoin des surfaces déjà irriguées actuellement	Non	Hypothèse haute	Hypothèse haute + 10% supplémentaire sur chaque tronçon
	Nouvelles surfaces irriguées	Non	Non	Oui
AEP	Projets identifiés (raccordement de nouveaux secteurs à la ressource Rhône (dont Durance)	Oui	Oui	Oui
	Évolutions démographiques	Non	Oui (hypothèse centrale de l'INSEE)	Oui (hypothèse haute de l'INSEE)
CNPE	Nouveaux EPR	Non	Oui (2 nouveaux EPR)	Oui (2 nouveaux EPR)
Autres usages	Pas d'évolution proposée (peu de projets identifiés, peu de « tendances lourdes » sans faire de prospective, faible en ordre de grandeur).			

Pour chacune de ces hypothèses :

- la Figure 1 présente les prélèvements supplémentaires en comparaison des prélèvements de référence, à l'échelle de la partie française du bassin du Rhône.
- La Figure 2 présente les prélèvements nets totaux, y compris les prélèvements associés aux transferts hydroélectriques et au stockage/déstockage des barrages sur les affluents du fleuve.
- La Figure 3 présente les prélèvements nets totaux hors influences des transferts et des ouvrages. Cette figure ainsi que les graphiques des figures 12 à 15 présentent les prélèvements hors influences des transferts et des ouvrages pour faciliter la comparaison entre scénarios, mais c'est bien la totalité des influences qui est prise en compte dans les hypothèses de prélèvements supplémentaires testées aux chapitres suivants.

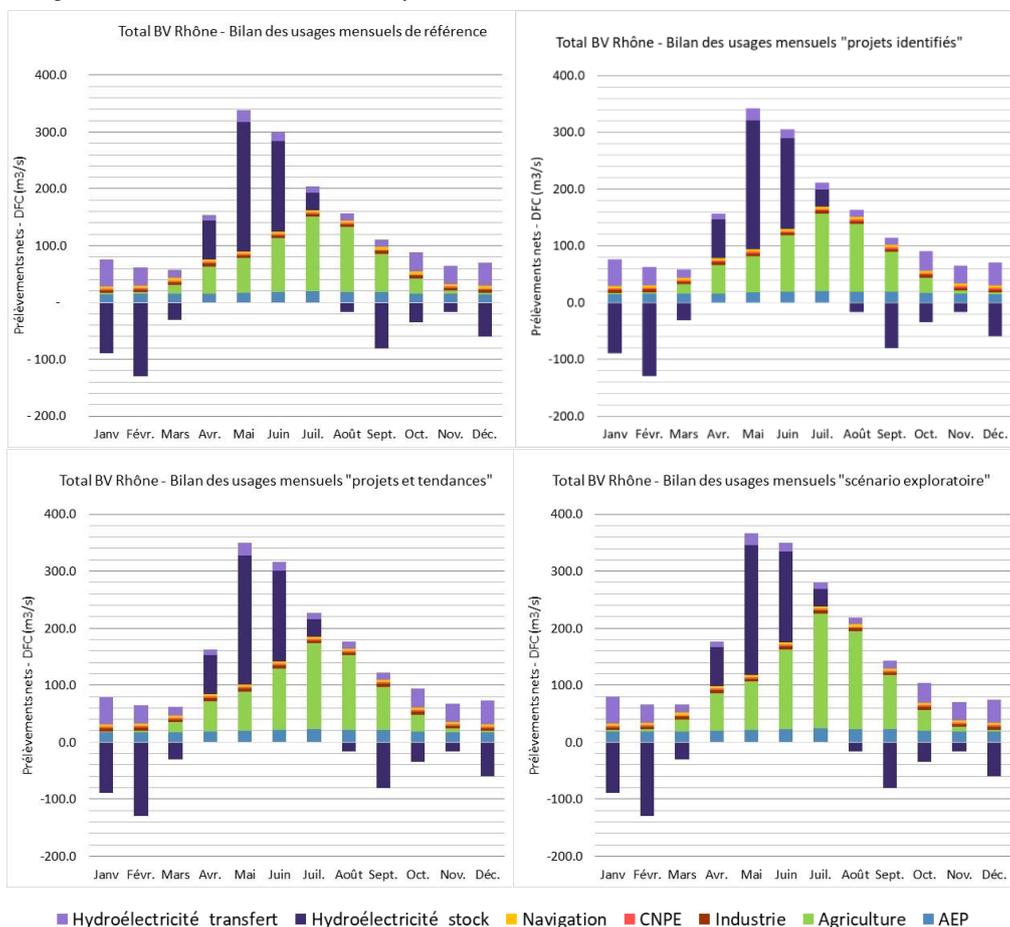


Figure 1 : Prélèvements supplémentaires pour chacun des scénarios proposés



4

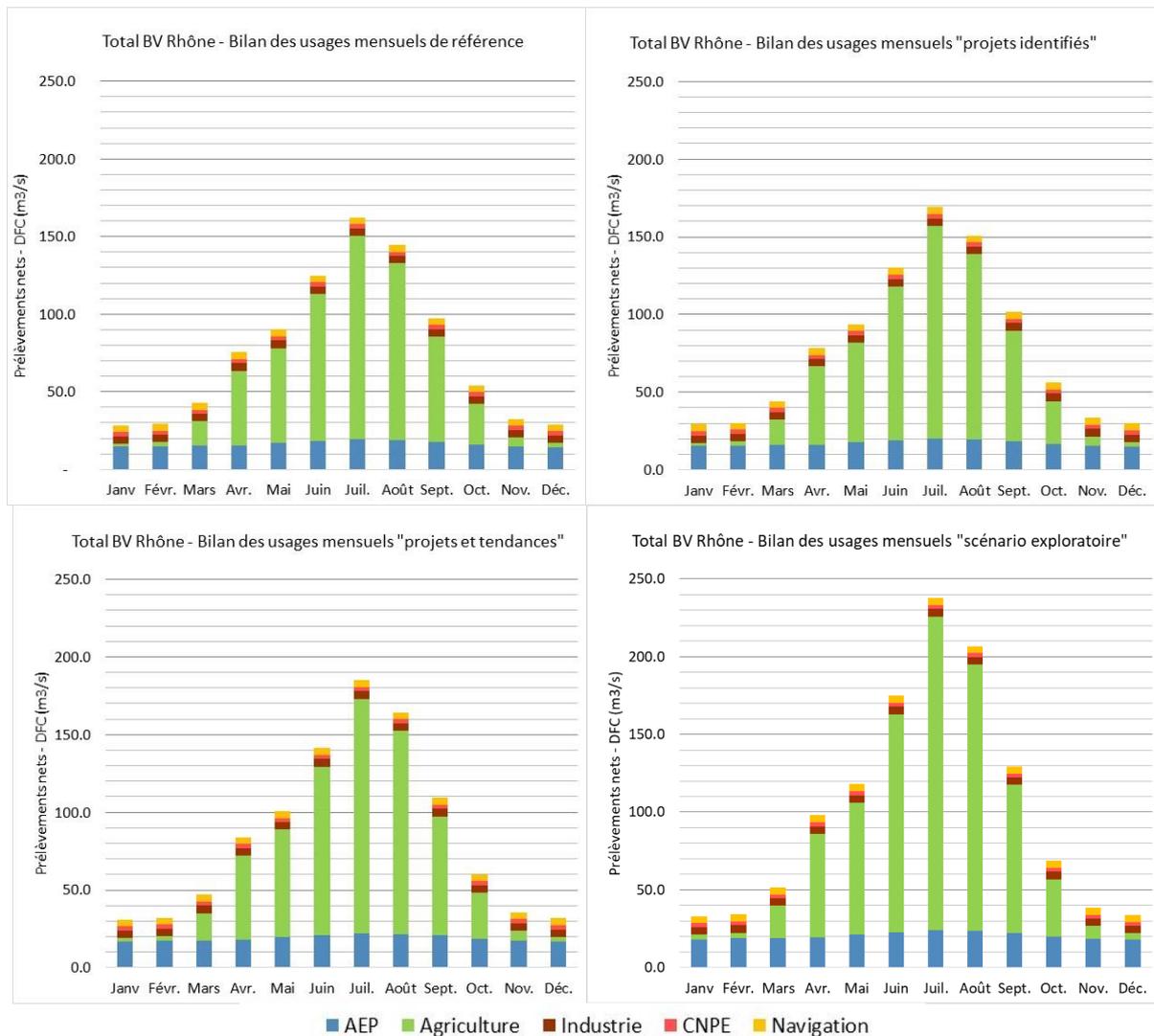
Figure 2 : Prélèvements nets totaux pour la situation de référence et les trois scénarios retenus





1. DÉFINITION D'HYPOTHÈSES DE PRÉLÈVEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

Figure 3 : Prélèvements nets totaux pour la situation de référence et les trois scénarios retenus (hors influences des ouvrages de stockage et des transferts)



A l'échelle de l'ensemble du bassin du fleuve Rhône, le scénario « projet identifiés » représente un prélèvement supplémentaire de 94 Mm³/an et de l'ordre de +6 m³/s en pointe, soit une hausse de 4% du prélèvement net par rapport à la situation de référence.

Le scénario « projets et tendances » représente quant à lui un prélèvement supplémentaire de 353 Mm³/an et de l'ordre de +25 m³/s en pointe, soit une hausse de plus de 15% du prélèvement net par rapport à la situation de référence.

Enfin, le scénario exploratoire représente un prélèvement supplémentaire de 884 Mm³/an et de l'ordre de +77 m³/s en pointe, soit une hausse de l'ordre de 50% du prélèvement net de pointe par rapport à la situation de référence.

ÉVOLUTIONS A L'ECHELLE DE CHAQUE TRONÇON

Les évolutions des prélèvements sont présentées ci-dessous à l'échelle des différents tronçons du fleuve. Les figures 16 à 18 présentent les prélèvements nets additionnels associés à chaque hypothèse de prélèvements supplémentaires.



Figure 4 : Prélèvements supplémentaires sur chaque tronçon, hypothèse « projets identifiés »

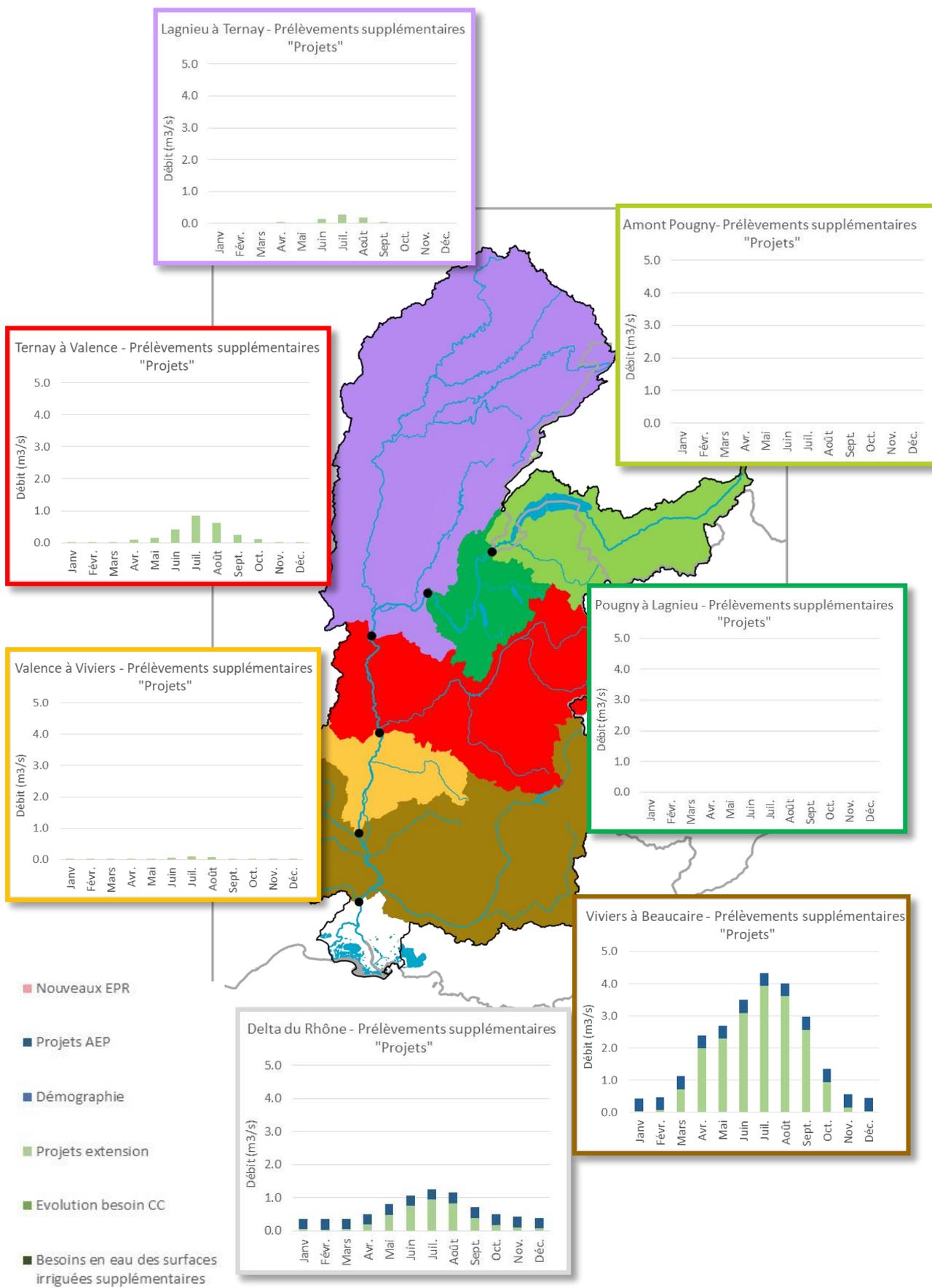




Figure 5 : Prélèvements supplémentaires sur chaque tronçon, hypothèse « projets et tendances »

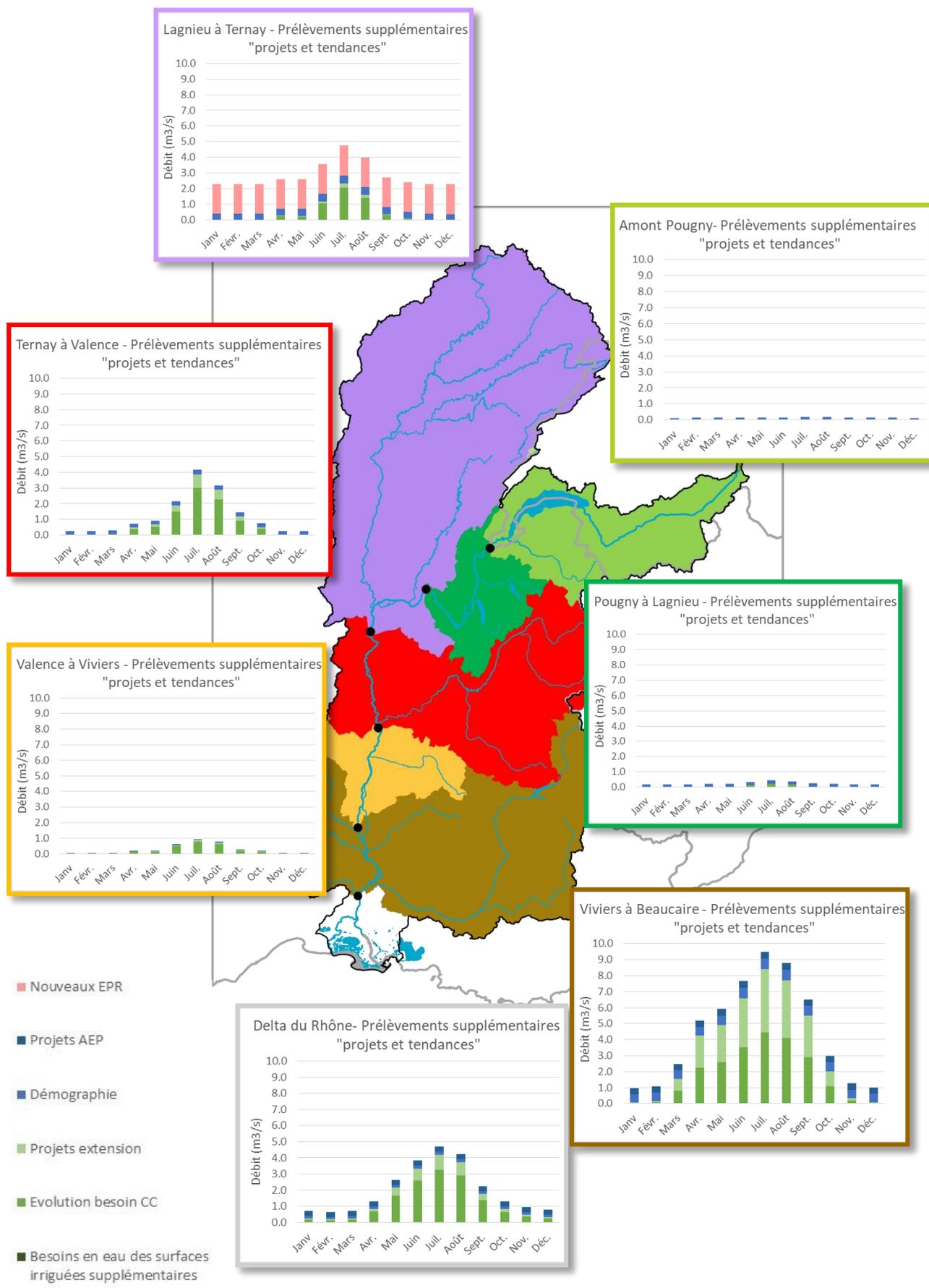
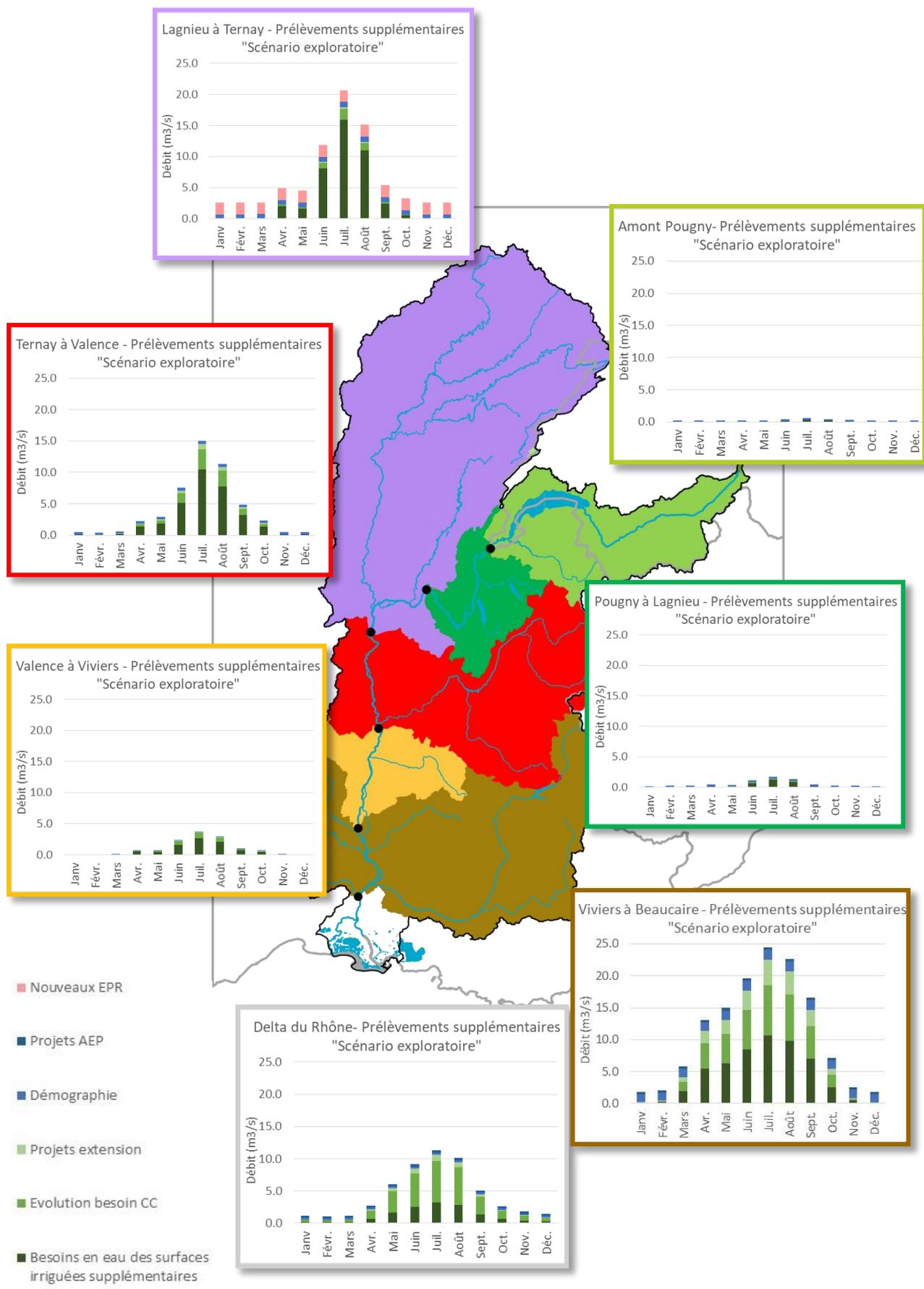




Figure 6 : Prélèvements supplémentaires sur chaque tronçon, hypothèse exploratoire





2 SENSIBILITE DES ENJEUX AUX DIFFERENTES HYPOTHESES DE PRELEVEMENTS

2.1 APPROCHE ET METHODOLOGIE

L'ensemble des analyses réalisées se sont attachées à comparer les résultats obtenus pour 5 combinaisons « prélèvements– hydrologie » :

- **Situation de référence : Combinaison « P_REF -H_REF »** : Débits naturels de référence (1986-2015) et usages de référence (représentatifs des usages actuels)
- **Combinaison « P_REF-H_2055 »** : Débits futurs (horizon 2055, RCP 8.5) (x 10 simulations climatiques) et usages de référence
- **Combinaison « P_Projets-H_2055 »** : Débits futurs (horizon 2055, RCP 8.5) (x 10 simulations climatiques) et hypothèse d'usages de type « Projets »
- **Combinaison « P_Projets et Tendances-H_2055 »** : Débits futurs (horizon 2055, RCP 8.5) (x 10 simulations climatiques) et hypothèse d'usages de type « Projets et tendances »
- **Combinaison « P_Exploratoire-H_2055 »** : Débits futurs (horizon 2055, RCP 8.5) (x 10 simulations climatiques) et hypothèse d'usages de type « Exploratoire »

Le tableau ci-dessous synthétise les combinaisons testées. Chaque combinaison est associée à une couleur qui est celle utilisée pour la représenter dans les différents graphiques présentés dans cette synthèse.

Tableau 2 : Combinaisons {prélèvements ; hydrologie} testées

		Prélèvements			
		Référence	Référence + Projets	Référence + Projets et Tendances	Référence + Exploratoire
Hydrologie	Référence	P_REF-H_REF	<i>Ces croisements ne sont pas modélisés. (toutes les simulations se projetant dans le futur incluent une évolution de l'hydrologie)</i>		
	Changement climatique 8.5 (x 10 simulations climatiques)	P_REF-H_2055	P_Projets-H_2055	P_Projets+ Tendances-H_2055	P_Exploratoire-H_2055

L'impact de ces différentes combinaisons {prélèvements ; hydrologie} sur les débits du fleuve et les empreintes associées ont été analysés. Pour chaque enjeu, les métriques définies en mission 2 ont ensuite été réutilisées afin d'étudier leur sensibilité aux hypothèses de prélèvements supplémentaires.

La particularité et la difficulté dans le choix des modes de représentation ont été de pouvoir rendre compte de l'impact des hypothèses de prélèvements supplémentaires en représentant toutes les dimensions et les éventuelles hétérogénéités de résultat :

- liées au changement climatique et aux résultats des différentes simulations ;
 - dans l'espace au sein du bassin versant ;
- On présente pour cela les résultats à l'échelle des différents tronçons.



- dans le temps à l'échelle intra-annuelle ;
Les résultats sont présentés à l'échelle annuelle, ainsi qu'à l'échelle mensuelle (pour tous ou pour une sélection des mois de l'année suivant l'enjeu considéré). Ces résultats aux échelles annuelles et mensuelles sont cependant généralement issus de l'exploitation de données journalières (on indique par exemple le nombre de jours par mois, pour un mois donné, durant lequel on sous-passe un certain seuil).
- dans le temps à l'échelle inter-annuelle ;
On s'est intéressé à des indicateurs annuels et mensuels moyens, quinquennaux, ainsi qu'à des années sèches « type 1989 », « type 2009 » et « type 2011 » (ces années ont été choisies car elles correspondent à des étiages remarquables sur la période de référence étudiée (1986-2015)).

Le détail de ces résultats est présenté dans le rapport de mission 3. Cette synthèse présente les principales conclusions. Elle s'appuie sur des illustrations correspondant à la médiane des projections climatiques pour chaque tronçon du fleuve, sur l'année et/ou un mois ou une période critique propre à chacun des enjeux, et pour une situation interannuelle moyenne. Ces illustrations ne fournissent pas d'information sur les situations extrêmes (années sèche, très sèche...) qui sont en revanche détaillées dans le rapport principal de mission 3.

2.2 RESULTATS OBTENUS

Le Tableau 3 synthétise les résultats. Pour les combinaisons à horizon 2055, seules les médianes des 10 simulations étudiées correspondant au scénario RCP 8.5 sont représentées. Les métriques, suivant leur nature, sont présentées soit comme des évolutions relatives (écart par rapport à la situation de référence), soit en valeurs absolues. Pour les métriques qui s'y prêtent, on représente également les résultats pour différentes périodes de temps :

- A l'échelle de l'année (figurés en losange),
- Pour le mois de plus forte évolution, généralement le mois d'août (figurés ronds) (pour la représentation des empreintes, la production nucléaire ou hydroélectrique),
- Pour les périodes critiques propres aux différents enjeux (triangles) : période critique pour la riziculture (mai et 15/07-15/08) en lien avec la remontée du coin salé, période de mars à juillet pour le maintien de la connexion des annexes alluviales).

Plusieurs points d'attention méritent d'être soulignés quant à l'interprétation de ces résultats :

- Conformément au cahier des charges, les hypothèses d'évolution des usages sont faites à impacts des ouvrages hydrauliques constants. Cela explique notamment la stabilité des métriques en mai et juin, mois durant lesquels les influences sont majoritairement liées à ces ouvrages.
- Les nouveaux projets et les prélèvements potentiels des différentes hypothèses de prélèvements sont majoritairement localisés sur la Durance et le Rhône en aval de Beaucaire (voir Chapitre 1). Cela explique en partie que le fleuve en amont de sa confluence avec la Durance (incluant les secteurs où sont localisées les annexes alluviales étudiées, l'ensemble des CNPE refroidies par le fleuve, la majeure partie des points au niveau desquels sont définis des débits réservés ou des aménagements de production d'énergie hydroélectrique) soit peu sensible aux hypothèses de prélèvements supplémentaires testées.
- Qu'elles soient relatives ou absolues, les évolutions affichées ont vocation à permettre une comparaison des combinaisons entre elles. Comme indiqué en mission 2, les métriques utilisées ne sont pas nécessairement associées à une notion de « gravité » des phénomènes.

Tableau 3 : Synthèse des évolutions des métriques associées aux différents enjeux sous l'effet des différentes combinaisons {hydrologie ; prélèvements}

	DEBITS	EMPREINTES	NUCLEAIRE	HYDROELECTRICITE	COIN SALE	DEBITS RESERVES	ANNEXES ALLUVIALES
METRIQUE REPRESENTEE	Débit journalier interannuel moyen et débit journalier d'une année sèche « type 2011 »	Part du débit mobilisé par des prélèvements.	Évolution de la production potentielle en comparaison de la situation de référence	Évolution de la production potentielle en comparaison de la situation de référence	Nombre de jours par an, en moyenne durant lesquels		
					le risque de remontée de la salinité jusqu'au seuil de terrain est de 85%.	le débit réservé représente plus de 90% du débit du fleuve	le débit sous-passe la valeur basse de la gamme de débits permettant une bonne connexion des annexes
AMONT POUGNY							
POUGNY A LAGNIEU							
LAGNIEU A TERNAY							
TERNAY A VALENCE							
VALENCE A VIVIERS							
VIVIERS A BEUCAIRE							
BEUCAIRE A L'EMBOUCHURE							

■ P_REF-H_REF
 ■ P_REF-H 2055 ;
 ■ P_Projets-H 2055
 ■ P_Projets et tendances - H2055 ;
 ■ P Exploratoire- H2055 ;

◇ Annuel

○ Mois de plus forte évolution (généralement août)

△ Périodes critiques (mai et 15/07 au 15/08 pour la riziculture (coin salé), mars à juillet pour la connexion des annexes alluviales)



EMPREINTES ET DÉBITS

Les valeurs d'empreintes, de par leur mode de calcul, sont directement proportionnelles aux valeurs de prélèvements sur le fleuve (modification du terme « prélèvements » au numérateur du calcul d'empreinte (= prélèvements/débits naturels)).

L'évolution des valeurs d'empreintes reste modeste à l'échelle annuelle : effet du changement climatique et des hypothèses de prélèvements supplémentaires confondus, les empreintes annuelles évoluent de +1,5 point au maximum (sur l'aval du fleuve). **À l'échelle mensuelle, ces évolutions sont également très faibles sur l'amont du fleuve** (évolution inférieure à 1 point chacun des mois de l'année à l'amont de Lagnieu), **mais sont beaucoup plus marquées sur l'aval**. Au niveau de l'embouchure, en moyenne au mois d'août, les empreintes passent de 14% en situation de référence (P_REF-H_REF) à 18% sous l'effet du changement climatique (P_REF-H_2055) et à 26% en prenant en compte le changement climatique et l'hypothèse de prélèvement supplémentaire « exploratoire » (P_exploratoire-H_2055).

Ainsi les empreintes sur les portions aval du fleuve peuvent varier de façon significative sous l'effet de certaines des hypothèses de prélèvement supplémentaires. L'hypothèse de prélèvements « projets », à elle seule (c'est-à-dire comparé à une situation hydrologique équivalente mais pour des prélèvements de référence), n'est pas de nature à modifier significativement les empreintes sur le fleuve. **L'hypothèse prélèvement « exploratoire » génère une plus forte modification d'empreintes** (jusqu'à +9 points en août à l'embouchure du fleuve en comparaison d'une situation à l'hydrologie équivalente pour des prélèvements de référence).

Le changement climatique entraîne une baisse des débits du fleuve Rhône à l'étiage, que des prélèvements supplémentaires contribueraient également à réduire. Néanmoins, les hypothèses de prélèvements supplémentaires n'ont qu'un impact limité sur les débits du fleuve (même pendant les périodes de basses eaux où l'impact des différentes hypothèses de prélèvements est le plus grand) comparativement à l'impact potentiel du changement climatique, et ceci y compris pour des années sèches type 2011.

NUCLEAIRE

Pour l'ensemble des indicateurs, que ce soit aux échelles mensuelles ou annuelles, on note que **les différentes hypothèses de prélèvements supplémentaires n'impactent que très peu les évolutions de puissance théorique disponible des CNPE comparativement à l'impact des changements climatiques**.

En effet le changement climatique et la dispersion des résultats associée aux différentes simulations rendent l'impact des hypothèses de prélèvements presque négligeable sur la capacité maximale des CNPE en circuit ouvert.

HYDROELECTRICITE

Comme pour la production liée aux CNPE, **la production hydroélectrique au fil de l'eau est essentiellement sensible aux évolutions potentielles du climat et n'est modifiée qu'à la marge par les différentes hypothèses de prélèvements supplémentaires**.



COIN SALE

Les hypothèses de prélèvements supplémentaires peuvent avoir un impact sensible sur les sous-passements de seuils de débits associés à une probabilité forte de remontée du coin salé, que ce soit à l'échelle annuelle (pour des usages de type AEP) ou au cours de la période associée à la riziculture (mai et du 15 juillet au 15 août). Si cet impact reste faible pour les hypothèses « projets » et « projets et tendances », il peut être conséquent pour l'hypothèse « exploratoire ».

Remarque : Comme indiqué en mission 2, il existe de fortes incertitudes qui entachent les mesures des débits du fleuve à Beaucaire pour les faibles valeurs, notamment pour les valeurs proches des seuils considérés. Le niveau du Rhône est alors influencé par le niveau marin et la relation hauteur / débit n'est plus univoque au droit de la station de mesure.

Soulignons également que les résultats ci-dessus ne prennent pas en compte les perspectives de hausse du niveau marin sous l'effet du changement climatique. Ces hausses sont susceptibles d'influencer significativement la fréquence, l'ampleur et les linéaires concernés par des épisodes de remontée du coin salé et iront dans le sens d'une aggravation des phénomènes.

MAINTIEN DES DEBITS RESERVES

La possibilité de maintien des débits réservés est peu voire pas sensible aux hypothèses de prélèvements supplémentaires sur les tronçons Lagnieu, Ternay, Valence et Viviers. La sensibilité reste limitée à Beaucaire (en lien avec le maintien du débit en aval de Sauveterre, pour un enjeu patrimonial), même s'il est davantage marqué pour l'hypothèse de prélèvements « Exploratoire ». Malgré tout, y compris sur ce tronçon aval, le changement climatique explique en grande partie l'impact des différentes combinaisons sur les possibilités de maintien des débits réservés.

14

CONNEXION DES ANNEXES ALLUVIALES

On constate que la sensibilité des possibilités de connexion des annexes alluviales aux différentes hypothèses de prélèvements supplémentaires reste très faible et que le changement climatique est la principale source de modification des conditions de connexion de ces annexes.



2.3 PRECISIONS SUR LES POIDS RELATIFS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DES PRELEVEMENTS SUPPLEMENTAIRES SUR L'EVOLUTION DES DIFFERENTES METRIQUES

Les graphiques ci-dessous permettent de visualiser les modifications obtenues sur les différentes métriques en distinguant la part de ces modifications liée au changement climatique et la part liée aux prélèvements supplémentaires pour les différentes hypothèses étudiées.

La Figure 7 présente l'écart en valeurs absolues entre la situation de référence et les différentes combinaisons {prélèvements ; hydrologie} étudiées. Pour chaque métrique, la partie jaune des histogrammes représente l'évolution de la métrique liée aux seuls effets du changement climatique. Les parties oranges, rouges et violettes de l'histogramme représentent les effets liés aux prélèvements supplémentaires respectivement pour les hypothèses « projets identifiés », « projets et tendances » et « exploratoire ». On visualise ainsi les influences relatives du climat et des prélèvements sur les métriques étudiées.

NB : Les unités pour les différentes métriques étant soit un nombre de jours ou un pourcentage, l'axe des X est exprimé en point (écart de pourcentage) pour les métriques empreintes, débits, nucléaire et hydroélectricité et en nombre de jours pour les métriques liées au coin salé, au respect des débits réservés et aux annexes alluviales.

Ces mêmes résultats sont repris sur la Figure 8 après une normalisation des évolutions. Pour chacune des métriques, l'évolution liée au changement climatique a été normalisée à une valeur égale à 1. Les effets liés à l'influence des prélèvements ont été calculés (à l'aide d'un produit en croix) pour être comparés à l'effet du changement climatique. Cette représentation a l'avantage de permettre de comparer aisément les poids relatifs du climat et des prélèvements pour deux métriques distinctes. En revanche elle ne donne aucune idée de l'ampleur des évolutions.

Sur ces graphiques est systématiquement représentée la situation péjorative, c'est-à-dire le point du bassin et période de l'année durant laquelle l'effet des prélèvements sur les métriques sont les plus importants.

Sans modifier les conclusions déjà énoncées ci-dessus, ces représentations permettent d'illustrer graphiquement certains aspects remarquables. Elles mettent notamment en évidence que **les empreintes (par nature, du fait de leur mode de calcul) et la métrique liée à l'enjeu de remontée du coin salé sont particulièrement sensibles aux évolutions de prélèvements, en particulier dans le cas de l'hypothèse exploratoire de prélèvements supplémentaires.**

On note également que les effets des prélèvements supplémentaires et des impacts du changement climatique sur les différentes métriques vont dans le même sens et se cumulent. L'enjeu de maintien de la connexion des annexes alluviale fait exception. En effet, rappelons que les annexes alluviales identifiées sont localisée relativement en amont sur le fleuve (tronçons de Pougny à Lagnieu et Lagnieu à Ternay). Ces secteurs sont soumis à des étiages hivernaux et les projections climatiques indiquent (en médiane) une hausse des débits à cette période de l'année. Les prélèvements supplémentaires viendraient ainsi limiter cette hausse.



Figure 7 : Effets relatifs du climat et des hypothèses de prélèvements sur les différentes métriques étudiées

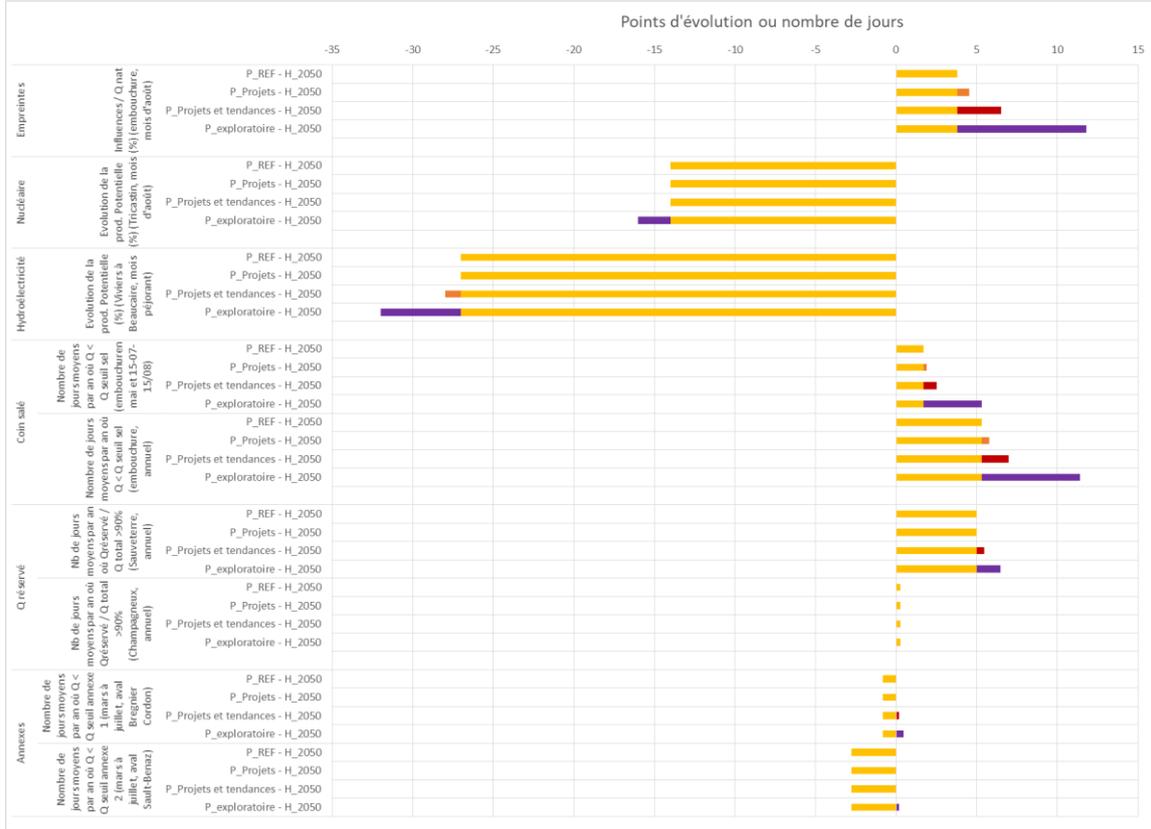
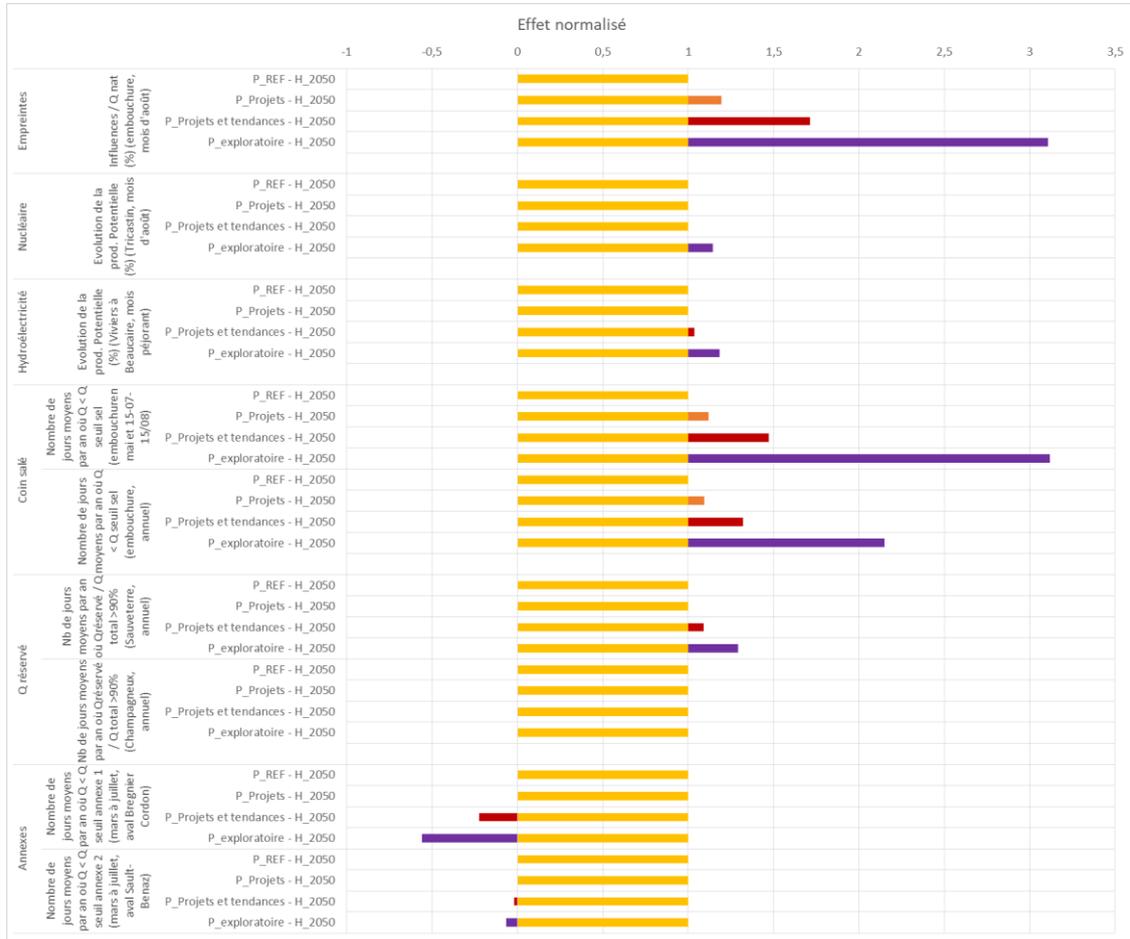


Figure 8 : Effets normalisés du climat et des hypothèses de prélèvements sur les différentes métriques étudiées





BRL
Ingénierie



www.brl.fr/brli

Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 84 81 11
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr